

High-dynamic force and strain measurement instrument, especially for motor vehicle impact and accident detectors, comprises piezoelectric sensor with a RC element in a charge amplification circuit for signal high pass filtering

Publication number: DE10217031

Publication date: 2003-10-23

Inventor: MIROW PAUL (DE)

Applicant: MIROW SYSTEMTECHNIK GMBH (DE)

Classification:

- international: *G01G19/414; G01L1/16; B60R21/01; G01G19/40; G01L1/16; B60R21/01; (IPC1-7): B60R21/32; B60R21/01; G01L1/18; G01P15/09*

- european: G01G19/414A; G01L1/16

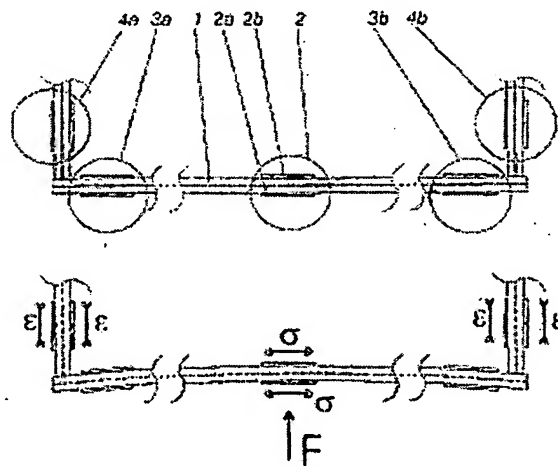
Application number: DE20021017031 20020411

Priority number(s): DE20021017031 20020411

Report a data error here

Abstract of DE10217031

High-dynamic force and strain measurement instrument comprises: at least one piezoelectric sensor; a charge amplifier for amplification of the piezoelectric signal that includes an RC-element for high pass filtering; an ADC for digitizing of the sensor signal; calculation means for conversion of the dynamic sensor signal into quasi-static normal force and strain measurement signals; calculation means for phase and amplitude correction and; calculation means with algorithms for limiting or preventing signal drift.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK
 DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
 PATENT- UND
 MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
 ⑩ **DE 102 17 031 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
B 60 R 21/32
 B 60 R 21/01
 G 01 L 1/18
 G 01 P 15/09

②① Aktenzeichen: 102 17 031.2
 ②② Anmeldetag: 11. 4. 2002
 ④③ Offenlegungstag: 23. 10. 2003

DE 102 17 031 A 1

⑦① Anmelder:
 Mirow Systemtechnik GmbH, 10553 Berlin, DE

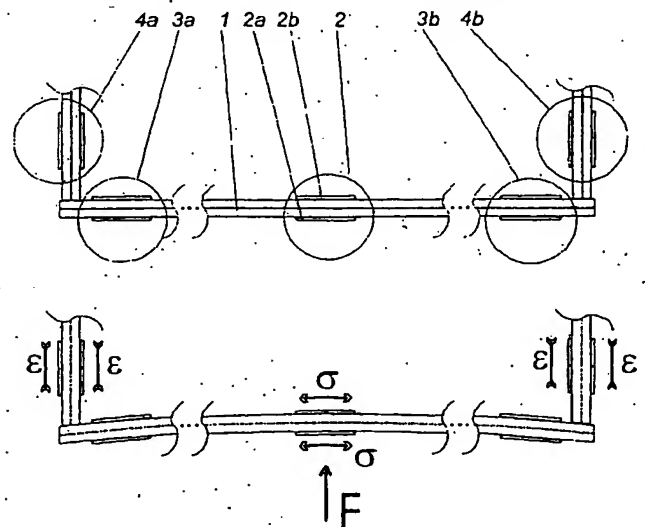
⑦② Erfinder:
 Mirow, Paul, 14197 Berlin, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Hochdynamisches Normalkraft- und Dehnungsmessgerät auf der Basis piezoelektrischer Sensoren

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein hochdynamisches Normalkraft- und Dehnungsmessgerät auf der Basis piezoelektrischer Sensoren insbesondere bei der frühen und zuverlässigen Detektierung einer Unfallsituation von Kraftfahrzeugen, bei der Beurteilung des voraussichtlich weiteren Unfallverlaufes und bei der optimierten Auslösung aktiver Sicherheitssysteme wie Airbags, Gurtstraffer oder die Fahrdynamik des Kraftfahrzeugs beeinflussender Mittel. Hierzu wird die Dynamik der Signalauswertung bei Piezo-Sensoren gegenüber dem Stand der Technik dadurch verbessert, dass das RC-Glied in der Ladungsverstärkerschaltung der Piezo-Sensoren dergestalt ausgelegt ist, dass durch den Betrieb des RC-Glieds unterhalb seiner unteren Grenzfrequenz eine frequenzselektive Verstärkung der Eingangssignale erfolgt. Signalereignisse, deren Änderungen im Bereich um sowie unterhalb der unteren Grenzfrequenz liegen, werden grundsätzlich in ihrer Amplitude abgeschwächt und dabei in der Phasenlage gedreht. Die Amplituden- und Phasenverschiebung wird durch nachfolgende Digitalisierung und Umrechnung der Messdaten korrigiert.

Aufgrund der bekannten Randbedingungen aus Crashtests ist es möglich, für den Ladungsverstärker die Grenzfrequenzauslegung so zu wählen, dass die Signalamplituden der Piezofoliensensoren stets innerhalb der zulässigen Aussteuergrenzen des Verstärkers bleiben, dieser also zu keinem Zeitpunkt übersteuert wird. Normalerweise wird in einer Ladungsverstärkerschaltung ein solcher ...



DE 102 17 031 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ein hochdynamisches Normalkraft- und Dehnungsmessgerät auf der Basis piezoelektrischer Sensoren insbesondere bei der frühen und zuverlässigen Detektierung einer Unfallsituation von Kraftfahrzeugen, bei der Beurteilung des voraussichtlich weiteren Unfallverlaufes und bei der optimierten Auslösung aktiver Sicherheitssysteme wie Airbags, Gurtstraffer oder die Fahrdynamik des Kraftfahrzeugs beeinflussender Mittel.

[0002] Üblicherweise sind Aufprallsensoren für die Auslösung von aktiven Sicherheitssystemen an Kraftfahrzeugen wie Airbags als Beschleunigungssensoren ausgeführt, welche die Verzögerungen bzw. Beschleunigungen bei einem Aufprall detektieren und nach einer Schwellwertabfrage die Sicherheitssysteme auslösen. Da diese Beschleunigungsschwellwerte erst erreicht werden, wenn das Fahrzeug an der Aufprallstelle schon erheblich deformiert ist, sind Beschleunigungssensoren zur frühzeitigen Erkennung eines Unfalls nicht geeignet.

[0003] So ist zur frühen Unfalldetektierung in der DE 43 22 488 A1 eine Steuereinheit zur Auslösung von Insassenschutzsystemen beschrieben, bei der eine rechtzeitige Detektierung von Seitenaufprall-Unfällen mittels Drucksensoren z. B. in der Seitentüre erfolgt, wobei aus der Luftdruck-Anstiegsgeschwindigkeit beim Aufprall eines Körpers auf die Türe auf die Schwere des Unfalls geschlossen und somit optimiert ein Seiten-Airbag ausgelöst werden kann. Der Nachteil dieses Systems ist, dass die Wirkrichtung des Aufpralls nicht ermittelt wird, so dass es z. B. als Eingangssignal für die Fahrdynamik des Fahrzeugs beeinflussende Mittel nicht geeignet ist. Eine genauere Beurteilung des Unfallgeschehens während der gesamten Dauer des Unfalls ist hierbei nicht möglich.

[0004] Günstiger sind hierzu Sensoren, die direkt die Deformation der Fahrzeugteile beim Aufprall detektieren. Stoßstangen, Türen und Karosserieaußenflächen sind im Falle eines Unfallgeschehens meist die ersten Fahrzeugteile, die sich unter Krafteinwirkung verformen. Damit eignen sie sich besonders als Einbauorte für Verformungs- und Kraftsensoren zur Früherkennung und Einschätzung einer Unfallsituation. Als Sensoren sind hierzu beispielsweise piezoelektrische Foliensensoren bestens geeignet. Insbesondere monoaxial verstreckte Piezofolien können aufgrund ihres hohen Dynamikbereiches von 286 dB, ihres verzögerungsfreien Ansprechverhaltens und der Messbarkeit von Dehnungs- und Normalkraftänderungen vorteilhaft verwendet werden. Die hohe Flexibilität der Folien macht dabei Messungen bis in den Bereich der plastischen Verformung möglich und erlaubt zudem eine Montage auch an gekrümmten Flächen, wie sie beispielsweise im Fahrzeugbau häufig vorzufinden sind.

[0005] Derartige Verfahren zur Auslösung von Airbags auf der Basis von Verformungssensoren mittels Piezofolien sind beispielsweise in den DE 42 37 404 A1 und DE 198 35 561 A1 beschrieben. Der Nachteil dieser Systeme ist, dass ihre verfügbare Signaldynamik nicht dazu ausreicht, das gesamte Unfallgeschehen von der ersten leichten Berührung bis in den Bereich der plastischen Verformung hinein kontinuierlich zu verfolgen. Solche Systeme können beispielsweise nicht erkennen, wenn sich nach einem Zusammenstoß zweier Fahrzeuge diese sich wieder rechtzeitig voneinander lösen und die Auslösung z. B. von Airbags gar nicht mehr notwendig wäre. Ebenso ist eine sinnvolle Regelung von der Fahrdynamik des Fahrzeugs beeinflussenden Mittel bei und nach einem Unfall mit diesen Systemen nicht möglich.

[0006] Piezofolien sind dynamische Sensoren, die nicht statisch absolute Drücke und Dehnungen, sondern nur dynamisch Druck- bzw. Dehnungsänderungen detektieren. Die Größe des Sensorausgangssignals ist dabei von der Größe der einwirkenden Kraft abhängig. Die elektrische Ladungsverstärker-Schaltung zur Signalverstärkung enthält dabei ein RC-Glied, dessen Auslegung die Amplitude des Verstärker- ausgangssignals im Verhältnis zur Kraftkurvensteigung festlegt.

[0007] Das Hauptproblem bisheriger derartiger Unfalldetektierungssysteme auf der Basis piezoelektrischer Sensoren ist die zu geringe Dynamik, d. h. entweder ist bei hoher Ansprechempfindlichkeit der Messbereich zu gering, d. h. das System übersteuert beim Unfallgeschehen zu früh und es kann nur ein Teil des Unfallereignisses detektiert werden, oder die Ansprechempfindlichkeit und damit die Reaktions-schnelligkeit des Systems ist bei einem ausreichenden Messbereich zu gering, da bei den bisherigen Verfahren die bei piezoelektrischen Sensoren an sich sehr hohe Dynamik von ca. 286 dB durch die Signalverstärkung auf etwa 120 dB verringert wird. Ein weiteres Problem ist die unzureichende Interpretierbarkeit der dynamischen Signale piezoelektrischer Sensoren.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist daher, ein in seiner Dynamik verbessertes Normalkraft- und Dehnungsmessgerät für piezoelektrische Sensorsysteme insbesondere bei der Aufprall- und Unfalldetektierung von Kraftfahrzeugen bereitzustellen.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist weiterhin, das Messgerät dergestalt auszuführen, dass hierbei die dynamischen Piezosensoren durch geeignete Signalverarbeitung in quasi-statische Druck- und Verformungssensoren umgewandelt werden.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist weiterhin, hierbei das Messgerät dergestalt auszuführen, dass durch die so gewonnenen Messdaten mittels geeigneter Berechnungsmittel das Unfallgeschehen schnell und zuverlässig interpretiert und in der Folge aktive Sicherheitssysteme des Fahrzeugs wie Airbags, Gurtstraffer oder die Fahrdynamik des Kraftfahrzeugs beeinflussende Mittel somit optimiert angesteuert und geregelt werden können.

[0011] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Vorrichtung gemäß der kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den kennzeichnenden Merkmalen der Unteransprüche beschrieben.

[0012] Hierzu wird die Dynamik der Signalauswertung bei piezoelektrischen Sensoren gegenüber dem Stand der Technik dadurch verbessert, dass das RC-Glied in der Ladungsverstärkerschaltung piezoelektrischer Sensoren dergestalt ausgelegt ist, dass eine frequenzselektive Verstärkung der Eingangssignale erfolgt.

[0013] Piezoelektrische Sensoren sind elektromechanische Wandler, die bei mechanischer Belastung direkt eine zu Druckkraft- bzw. Dehnungsänderungen proportionale elektrische Ladungsänderung erzeugen. Als elektrische Schaltung zur Signalverstärkung wird dabei vorteilhaft ein Ladungsverstärker verwendet, der ein nach unten frequenzbegrenzendes RC-Glied (Hochpassfilter 1. Ordnung) enthält, so dass unter beliebigen statischen Vorbelastungszuständen immer eine definierte "Null"-Ausgangsspannung der Schaltung vorliegt. Damit ist diese Messtechnik zwar nicht für statische Messungen einsetzbar, reagiert jedoch sehr wohl proportional auf alle Kraft- und Dehnungsänderungen, die deutlich oberhalb der durch die RC-Kombination des Verstärkers definierten unteren Grenzfrequenz liegen. Signaler-eignisse, deren Änderungen im Bereich um sowie unterhalb der unteren Grenzfrequenz liegen, werden grundsätzlich in

ihrer Amplitude abgeschwächt und dabei in der Phasenlage gedreht. Dies setzt sich vom Bereich der unteren Grenzfrequenz an fort bis zum Amplitudenwert 0 bei 90° Phasendrehung für 0 Hz. Die untere Grenzfrequenz ist durch die Frequenz definiert, bei der die maximale Verstärkeramplitude des Piezofolienmesssystems nur noch ein Wert von 0,707 der sonst maximalen Amplitude bei Betrieb oberhalb der Grenzfrequenz erreicht und wird durch die Gleichung

$$f_{\text{Grenz}} = 1/(2\pi RC)$$

beschrieben. Hierbei ist f_{Grenz} die untere Grenzfrequenz, R der Widerstandswert des Widerstands und C die Kapazität des Kondensators im RC-Glied.

[0014] Viele mechanische Ereignisse, wie insbesondere auch das im Sinne dieser Erfindung angeführte Beispiel der Aufprall- und Unfallerkennung bei Fahrzeugen können als eine Zusammensetzung von unterschiedlichen Frequenzanteilen betrachtet werden, die häufig eine sehr hohe Dynamik in den niederfrequenten Anteilen aufweisen und deren Amplituden zu höheren Frequenzen hin stark abnehmen. Beim Aufprall kann sich zwischen vor und nach dem Unfallgeschehen, quasistatisch betrachtet, eine sehr hohe Energiedynamik entfalten haben, die das Fahrzeug teils oder ganz zerstört. Dynamisch betrachtet, vollzieht sich dieser Vorgang mit einer endlichen Formänderungsgeschwindigkeit, die für den sicherheitsrelevanten Bereich bei Fahrzeugen zudem noch innerhalb einer bekannten Geschwindigkeits-Bandbreite stattfindet. Aufgrund dieser Randbedingungen ist es möglich, für den Ladungsverstärker die Grenzfrequenzauslegung so zu wählen, dass die Signalamplituden der Piezofolien Sensoren stets innerhalb der zulässigen Aussteuergrößen des Verstärkers bleiben, dieser also zu keinem Zeitpunkt übersteuert wird. Normalerweise wird in einer Ladungsverstärkerschaltung ein solcher Betriebsbereich des RC-Glieds unterhalb der unteren Grenzfrequenz vermieden, da er sich durch Phasendrehungen und durch unterschiedliche Amplitudenverstärkungen bei variierenden Frequenzen auszeichnet. Hier wird bewusst ein Betriebspunkt des RC-Glieds mit diesen Eigenschaften gewählt. Durch diese Ausgestaltung des Messgeräts kann, in Verbindung mit einer digitalen Nachbearbeitung, die Dynamik des Messsystems von bisher üblichen Werten von etwa 120 dB auf Werte von etwa 250 dB verbessert werden, so daß erst durch die vorliegende Erfindung die hohe Dynamikbandbreite piezoelektrischer Folien von etwa 286 dB annähernd genutzt werden kann. Die Auslegung des RC-Glieds bei der Aufpralldetektierung von Kraftfahrzeugen erfolgt hierbei mittels bei Crash-Versuchen empirisch gewonnener Daten bezüglich der bei einem Unfall zu erwartenden Kraftgradienten und -amplituden.

[0015] Mit einer digitalen Korrekturrechnung der Verstärker Ausgangssignale kann dessen Grenzfrequenz numerisch auf eine extrem niedrige Grenzfrequenz (z. B. 0,001 Hz quasistatisch) umgerechnet und damit die maximale Dynamik des Sensorverstärkersystems um ein Vielfaches gegenüber denen bei rein analoger Signalverarbeitung gesteigert werden. Aus diesem Gewinn an Signaldynamik ergibt sich die Möglichkeit zur Berechnung sehr genauer Kraftverläufe und von Verformungen an den Fahrzeugbauteilen bis in den plastischen Verformungsbereich hinein. Dieses im Sinne der Erfindung sehr vorteilhafte Verhalten des Sensorsystems kann beispielsweise dazu verwendet werden, um eine differenzierte Vorausberechnung der Fahrzeugreaktionen zu erstellen, wonach die Personen-Rückhaltesysteme sehr präzise ausgelöst werden können oder auf die Fahrdynamik des Fahrzeugs stabilisierend eingegriffen werden kann.

[0016] Die so nichtlinear verstärkten Signale der piezoelektrischen Sensoren werden mittels Analog-Digital-

Wandler digitalisiert und durch Berechnungsmittel verarbeitet, wobei durch geeignete mathematische Verfahren wie der Integration der dynamischen Sensordaten ein quasistatisches Signal erzeugt wird, durch geeignete mathematische Verfahren eine Phasen- und Amplitudenkorrektur der im o. g. Verfahren zur Dynamikerhöhung veränderten Verstärker- bzw. Filtercharakteristik erfolgt und durch geeignete mathematische Verfahren wie dem Differential der quasistatischen Daten mit geänderter Zeitkonstante eine lineare Abdrift der quasistatischen Signale z. B. durch ein Offset verhindert bzw. verringert wird.

[0017] Somit werden die der Erfindung zugrunde liegenden Aufgaben durch die bereitgestellte Vorrichtung vollkommen gelöst.

[0018] in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel zur Aufprall- und Unfalldetektierung eines Kraftfahrzeugs sind zwei insbesondere piezoelektrische Foliensensoren an gleicher Position z. B. vor und hinter einem Deformationselement wie einem Stoßstangenträger oder -blech, einem Verstärkungsträger einer Tür oder einem entsprechenden Verformungselement der äußeren Karosserie angeordnet; der äußere Sensor misst hierbei beim Aufprall eines Körpers auf das Deformationselement Normalkraft und Dehnung, der innere Sensor nur die Dehnung. Aus dem zeitlichen Verlauf und der Größe der Kräfte und Verformungen kann so durch Auswerten der Signale mittels geeigneter Berechnungsmittel und dem Zusammenschalten mehrerer Sensorpaarungen an den Stoßstangen, Türen und äußeren Karosserieteilen des Fahrzeugs schon sehr früh beim Unfallgeschehen sowie über einen langen Zeitraum des Unfallgeschehens auf die Wirkrichtung und Schwere des Aufpralls und den voraussichtlich weiteren Unfallverlauf geschlossen und so eine optimierte Entscheidung darüber gefällt werden, ob und wie aktive Sicherheitskomponenten wie Airbags, Gurtstraffer und die Fahrdynamik beeinflussende Mittel ausgelöst werden. Der Vorteil der Erfindung liegt hierbei insbesondere darin, dass bei hoher Ansprechempfindlichkeit, d. h. bei sehr früher Erkennung des Aufpralls eines Körpers auf das Fahrzeug, dennoch durch die starke Reduktion der maximalen Verstärkeramplituden das Unfallgeschehen über einen sehr langen Zeitraum detektiert wird, d. h. das Messsystem nicht wie bei bisherigen Verfahren schon sehr früh übersteuert bzw. deren unzureichenden Auflösung keine präziseren Auswertungen erlaubt. Die dabei auftretenden Phasendrehungen und Amplitudenverfälschungen werden wegen der bekannten Verstärker- bzw. Filtercharakteristik des verwendeten RC-Glieds durch die nachfolgende Digitalisierung und Korrekturrechnung wieder korrigiert.

[0019] Die Interpretation des Unfallgeschehens wird durch die Umwandlung der dynamischen Piezosensoren in quasistatische Druck- und Verformungssensoren mittels Digitalisierung und geeigneter Signalumwandlungsalgorithmen sehr vertieft und erleichtert und kann durch weitere Sensoren wie Beschleunigungsaufnehmer zusätzlich unterstützt werden.

[0020] Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung weiter unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

[0021] Fig. 1 eine Ansicht auf einen erfindungsgemäßen Stoßstangenträger mit applizierten Piezofolien-Sensorpaaren;

[0022] Fig. 2 ein Flussdiagramm des Datenflusses bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

[0023] Fig. 3 als Diagramm die elektrische Spannungsamplitude der Piezofolie in Abhängigkeit von der auf die Piezofolie aufgetragenen Last als Zeitfunktion;

[0024] Fig. 4 als Diagramm die maximale Verstärkeramplitude als Funktion der Frequenz im Bereich der Grenzfrequenz.

quenz sowie die dabei auftretende Phasendrehung und

[0025] Fig. 5 die elektrische Schaltung der Ladungsverstärkung eines erfindungsgemäßen Normalkraft- und Dehnungsmessgeräts auf der Basis piezoelektrischer Sensoren.

[0026] In Fig. 1 ist ein vorderer Stoßstangenträger 1 als Deformationselement im Falle eines Frontalaufpralls beispielsweise mit einem pfahlförmigen Objekt dargestellt. Das Piezofolien-Sensorpaar 2 besteht vorzugsweise aus ca. 0,03 mm dicken monoaxial verstreckten flexiblen Piezofolien 2a und 2b, die nach dem piezoelektrischen Prinzip bei deren Beaufschlagung mit einer Normalkraft F bzw. bei deren Dehnung oder Stauchung während der Formänderung der Piezofolie elektrische Ladung erzeugt und dergestalt auf dem Stoßstangenträger 1 aufgebracht sind, dass bei Aufprall eines Körpers auf die Fahrzeugstoßstange in der äußeren Piezofolie 2a sowohl durch die Normalkraft des auf die Stoßstange aufprallenden Körpers als auch durch die bei der Verformung des Stoßstangenträgers 1 entstehenden Dehnungen eine piezoelektrische Spannung erzeugt wird, während in der inneren Piezofolie 2b nur durch die bei der Verformung des Stoßstangenträgers 1 entstehenden Dehnungen eine piezoelektrische Spannung entsteht, so daß durch Auswertung dieser beiden Signale sowohl die Aufprallkraft und der Kraftgradient als auch die Verformung und Verformungsgeschwindigkeit des Deformationselements ermittelt werden kann. Durch eine Mehrzahl solcher Piezofolien-Sensorpaare an Stoßstangen, Türen und Karosserieaußenflächen kann somit die Wirkrichtung und die Schwere des Aufpralls detektiert werden. So wird beim hier dargestellten frontalen Aufprall eines pfahlförmigen Körpers auf die vordere Stoßstange durch die Verbiegung des Stoßstangenquerträgers an den Sensorpaaren 2, 3a und 3b die Biegespannungen σ , am Sensorpaar 2 durch den Aufprall des Körpers die Normalkraft F und an den Stoßstangenlängsträgern 4a und 4b die Stauchungen ϵ und Biegespannungen σ gemessen und aus diesen Größen Schwere, Wirkrichtung und Art des Aufpralls bestimmt.

[0027] In Fig. 3 ist mittels eines Diagramms dargestellt, wie auf eine Normalkraft bzw. Dehnung in der Piezofolie in Abhängigkeit der Zeit eine elektrische Spannung erzeugt wird, wobei die Amplitude der Spannung abhängig ist von der Größe der Last und der Geschwindigkeit der Lastaufbringung bzw. dem Gradienten der Last. Bei der anschließenden konstanten Last fällt die Spannungsamplitude wieder ab, bei Entlastung wird eine bezüglich der Lastaufbringung negative Ladung erzeugt, die anschließend wiederum auf den Wert 0 abfällt.

[0028] In Fig. 4 ist mittels eines Diagramms dargestellt, wie durch das nach unten frequenzbegrenzende RC-Glied (Hochpassfilter 1. Ordnung) die maximale Amplitude A_{\max} der Ladungsverstärkung im Bereich der unteren Grenzfrequenz f_{Grenz} sinkt und bei 0 Hz bis auf den Wert 0 zurückgeht. Der Wert der maximalen Amplitude A_{\max} bei Grenzfrequenz f_{Grenz} hat dabei definitionsgemäß den Wert 0,707, die dabei auftretende Phasendrehung ϕ beträgt 45° .

[0029] In Fig. 5 ist die elektrische Schaltung der Ladungsverstärkung eines erfindungsgemäßen Piezofolien-Sensorsystems mit einem frequenzbegrenzenden RC-Glied 5, bestehend aus einem Widerstand R 6 und einem Kondensator C 7, dargestellt.

Bezugszeichenliste

- 1 Stoßstangenträger
- 2 Piezofolien-Sensorpaar am Stoßstangenquerträger
- 2a äußerer Piezofolien-Sensor am Stoßstangenquerträger
- 2b innerer Piezofolien-Sensor am Stoßstangenquerträger
- 3a zweites Piezofolien-Sensorpaar am Stoßstangenquerträger

- ger
- 3b drittes Piezofolien-Sensorpaar am Stoßstangenquerträger
- 4a erstes Piezofolien-Sensorpaar am Stoßstangenlängsträger
- 4b zweites Piezofolien-Sensorpaar am Stoßstangenlängsträger
- 5 frequenzbegrenzendes RC-Glied
- 6 Widerstand R
- 7 Kondensator C

Patentansprüche

1. Hochdynamisches Normalkraft- und Dehnungsmessgerät auf der Basis piezoelektrischer Sensoren insbesondere bei der Detektierung einer Aufprall- und Unfallsituation von Kraftfahrzeugen, bei der Beurteilung des voraussichtlich weiteren Unfallverlaufes und bei der optimierten Auslösung aktiver Sicherheitskomponenten wie Airbags, Gurtstraffer oder die Fahrdynamik des Kraftfahrzeugs beeinflussender Mittel, umfassend

- a) wenigstens einen piezoelektrischen Sensor zur Messung von Normalkräften und Dehnungen,
- b) einen neu ausgelegten Ladungsverstärker zur Verstärkung der piezoelektrischen Signale, beinhaltend ein für dessen Betrieb unterhalb seiner unteren Grenzfrequenz nach unten dergestalt frequenzbegrenzendes RC-Glied (Hochpassfilter 1. Ordnung) (5), dass eine frequenzselektive Verstärkung der Eingangssignale dergestalt erfolgt, dass Signalereignisse, deren Änderungen im Bereich um sowie unterhalb der unteren Grenzfrequenz liegen, grundsätzlich in ihrer Amplitude abgeschwächt und dabei in der Phasenlage gedreht werden und somit die Signalamplituden des Messsystems stets innerhalb der zulässigen Aussteuergrenzen des Verstärkers bleiben, dieser also zu keinem Zeitpunkt der Messung übersteuert wird,
- c) einen Analog-Digital-Umwandler zur Digitalisierung der Sensorsignale,
- d) Berechnungsmittel zur Umwandlung der dynamischen Sensorsignale in quasistatische Normalkraft- und Dehnungssignale durch Integration,
- e) Berechnungsmittel zur Korrektur der Phasenlage und Amplitude, ermöglicht durch die Kenntnis der Verstärker- bzw. Filtercharakteristik des RC-Glieds (5) und
- f) Berechnungsmittel zur Verhinderung bzw. Verringerung einer Signalabdrift der quasistatischen Kraft- und Dehnungssignale mittels geeigneter Algorithmen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Normalkräfte und Dehnungen an einem Deformationselement eines Kraftfahrzeugs mittels eines piezoelektrischen Sensorpaares (2) dergestalt gemessen werden, dass bei Aufprall eines Körpers auf das Deformationselement im äußeren Piezosensor (2a) sowohl durch die Normalkraft F des auf das Deformationselement aufprallenden Körpers als auch durch die bei der Verformung des Deformationselements entstehenden Dehnungen eine piezoelektrische Spannung erzeugt wird, während im inneren Piezosensor (2b) nur durch die bei der Verformung des Deformationselements entstehenden Dehnungen eine piezoelektrische Spannung erzeugt, so daß durch Auswertung dieser beiden Signale, mittels Addition und Subtraktion, sowohl die Aufprallkraft und der Kraftgradient als auch die Verformung und Verformungsgeschwindigkeit des

Deformationselements an der Sensorstelle ermittelt werden kann.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Einbettung der Piezosensoren in Karosseriezierstreifen eines Kraftfahrzeugs an ihrer nach außen und innen gerichteten Seite die Normalkräfte und Dehnungen an ihnen mittels des piezoelektrischen Sensorpaares (2) dergestalt gemessen werden, dass bei Aufprall eines Körpers auf einen Karosseriezierstreifen sowohl im nach Außen als auch nach Innen gerichteten Piezosensor (2a, 2b) sowohl durch die Normalkraft F des auf den Karosseriezierstreifen aufprallenden Körpers als auch durch die bei der Verformung des Karosseriezierstreifen entstehenden Dehnungen eine piezoelektrische Spannung erzeugt wird, so dass durch Auswertung dieser beiden Signale sowohl die Aufprallkraft und der Kraftgradient als auch die Verformung und Verformungsgeschwindigkeit des Deformationselements an der Sensorstelle ermittelt werden kann.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels an mehreren Stellen eines Kraftfahrzeugs angebrachten Piezosensoren und durch geeignete Berechnungsmittel über eine sehr lange Dauer eines Unfalls auf die Wirkrichtung und Schwere des Aufpralls und den voraussichtlich weiteren Unfallverlauf geschlossen und so eine optimierte Entscheidung gefällt wird, ob und wie aktive Sicherheitssysteme wie Airbags, Gurtstraffer und die Fahrdynamik beeinflussende Mittel ausgelöst werden.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als piezoelektrischer Sensor Piezofolien verwendet werden.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als piezoelektrische Sensoren monoaxial verstreckte Piezofolien verwendet werden.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die piezoelektrischen Sensoren an den vorderen und hinteren Stoßstangen, vorderen und hinteren Stoßstangenträgern, Türen, Türträgern, Karosseriezierstreifen, äußeren Karosserieteilen und/oder Karosserieversteifungen angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das RC-Glied in der Ladungsverstärkerschaltung auf der Basis der bei der Messung zu erwartenden Kraftamplituden und Kraftgradienten ausgelegt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das RC-Glied in der Ladungsverstärkerschaltung auf der Basis von bei Crash-Versuchen empirisch gewonnenen Daten bezüglich der bei einem Unfall zu erwartenden Kraftamplituden und Kraftgradienten ausgelegt ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die piezoelektrischen Sensoren auf den Deformationskörpern aufgeklebt sind.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die piezoelektrischen Sensoren mit den Deformationskörpern verschweißt sind.

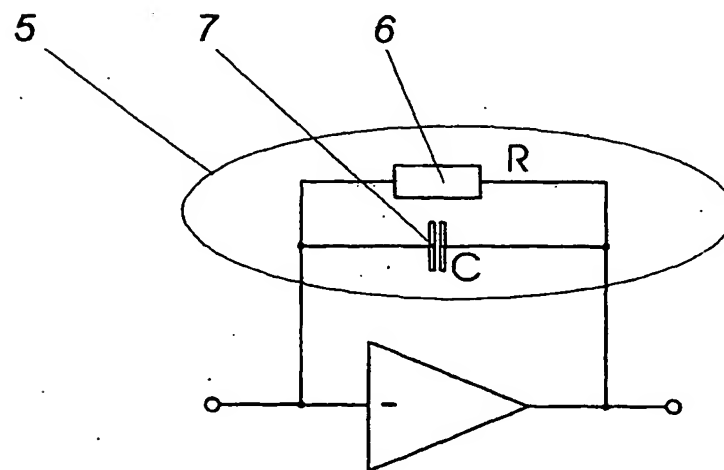
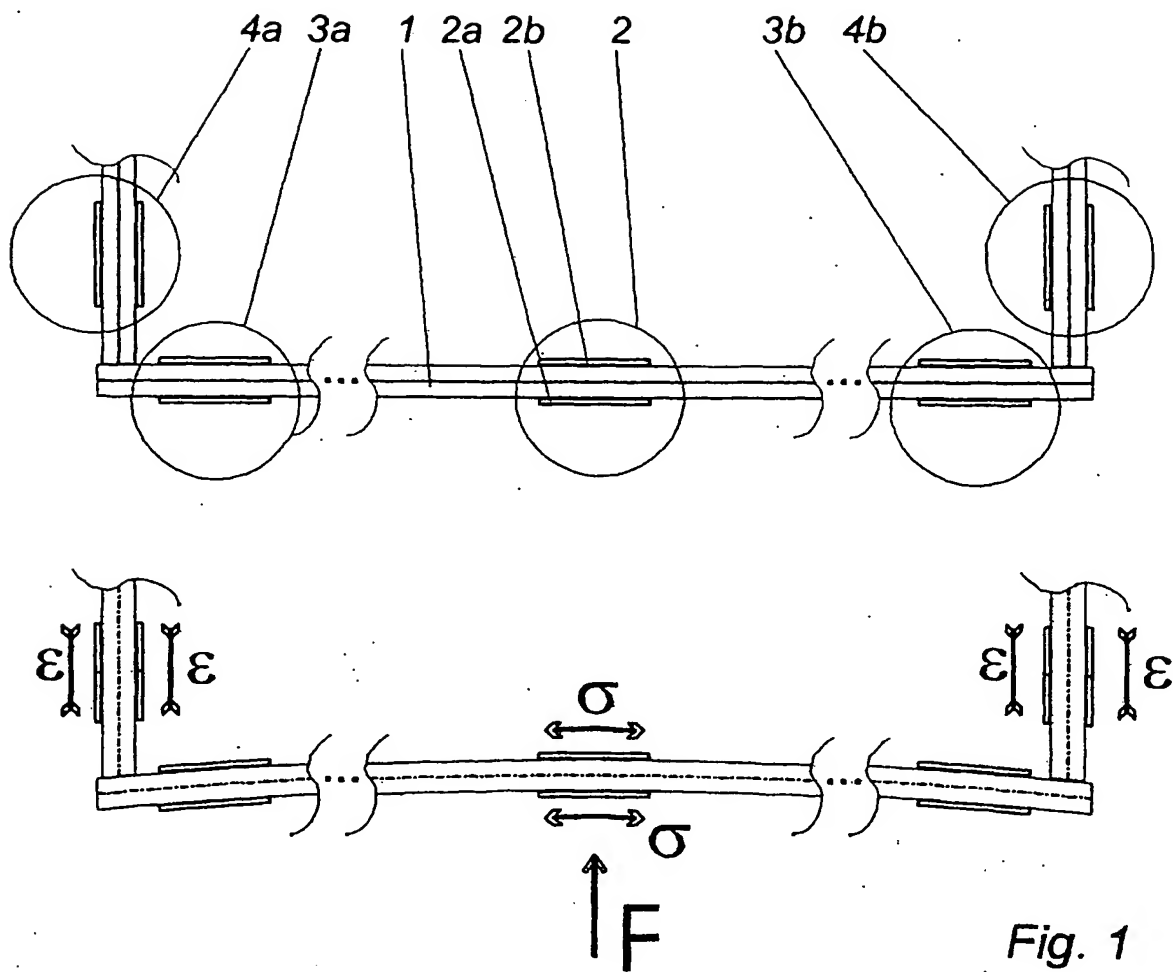
12. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Analyse des weiteren Unfallverlaufs zusätzlich Beschleunigungssensoren eingesetzt werden.

13. Vorrichtung nach Anspruch 1; dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, dass die Verhinderung bzw. Verringerung einer Signalabdrift der quasistatischen Kraft- und Dehnungssignale mittels des Differentials mit geänderter Zeitkonstante erfolgt.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messsystem bei Systemstart und in regelmäßigen Zeitabständen einem automatisierten Selbsttest unterzogen wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



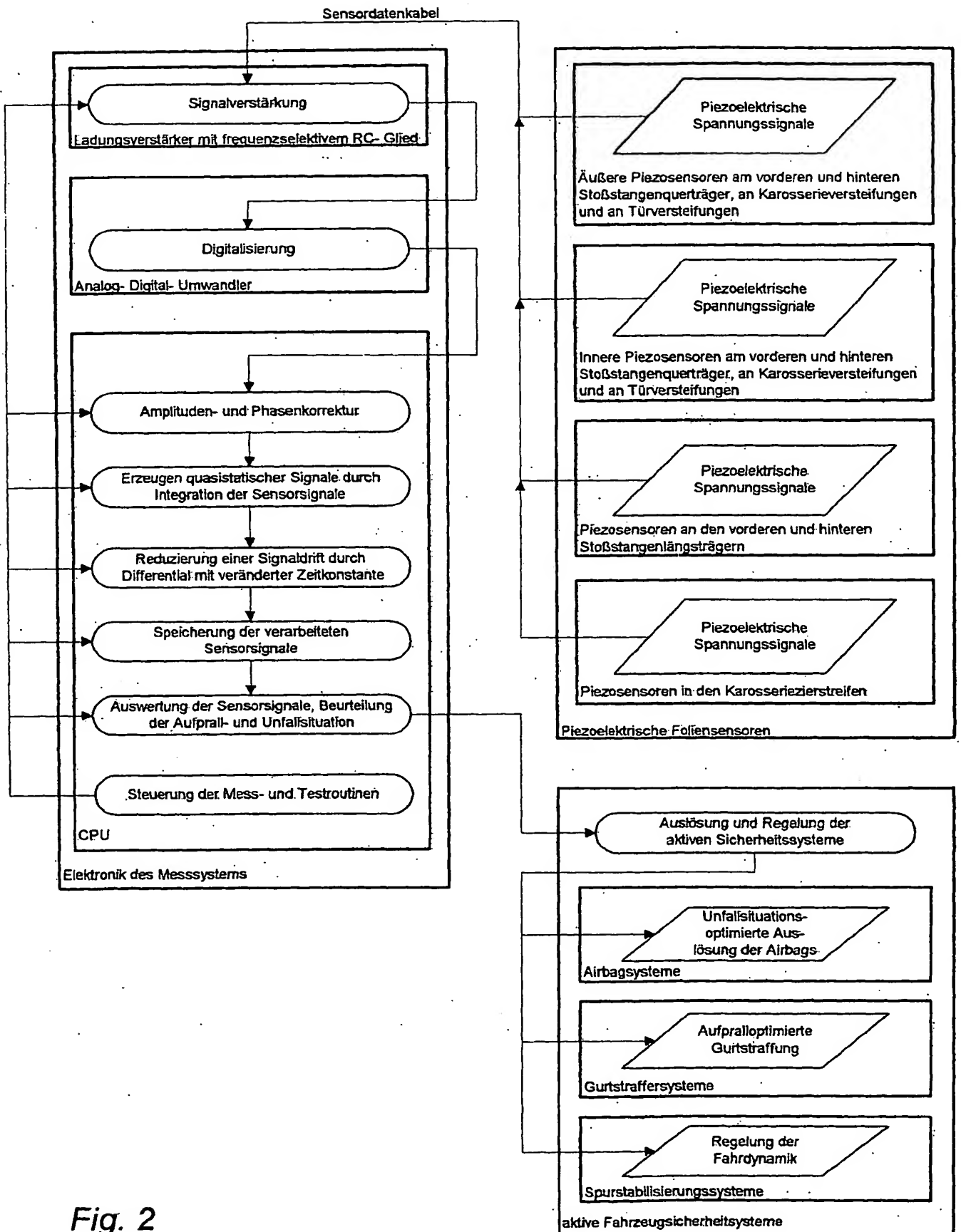


Fig. 2

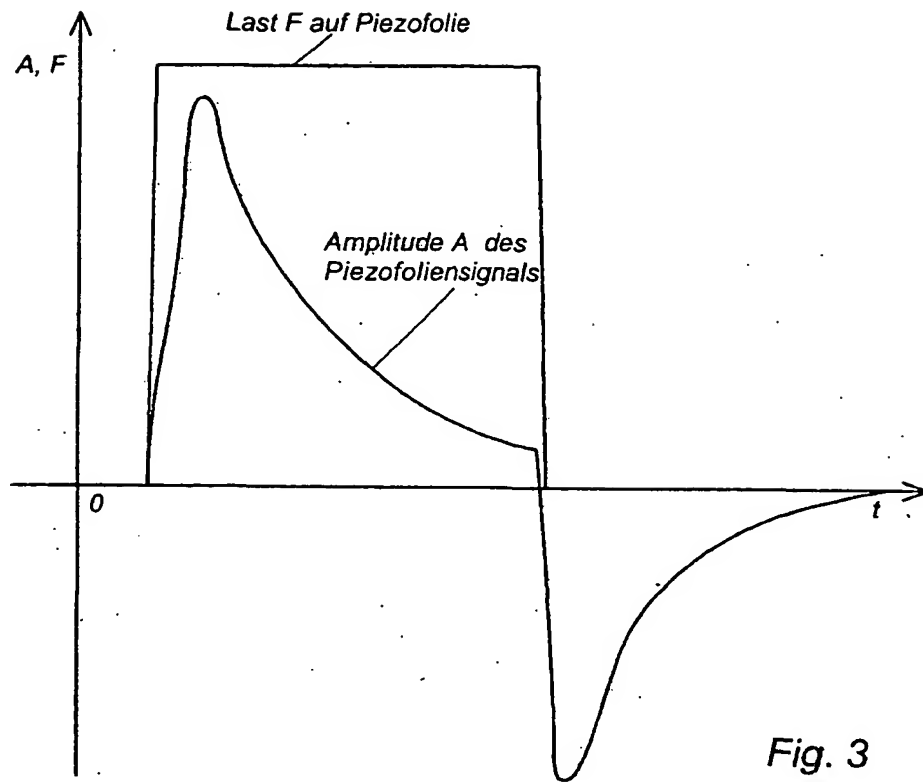


Fig. 3

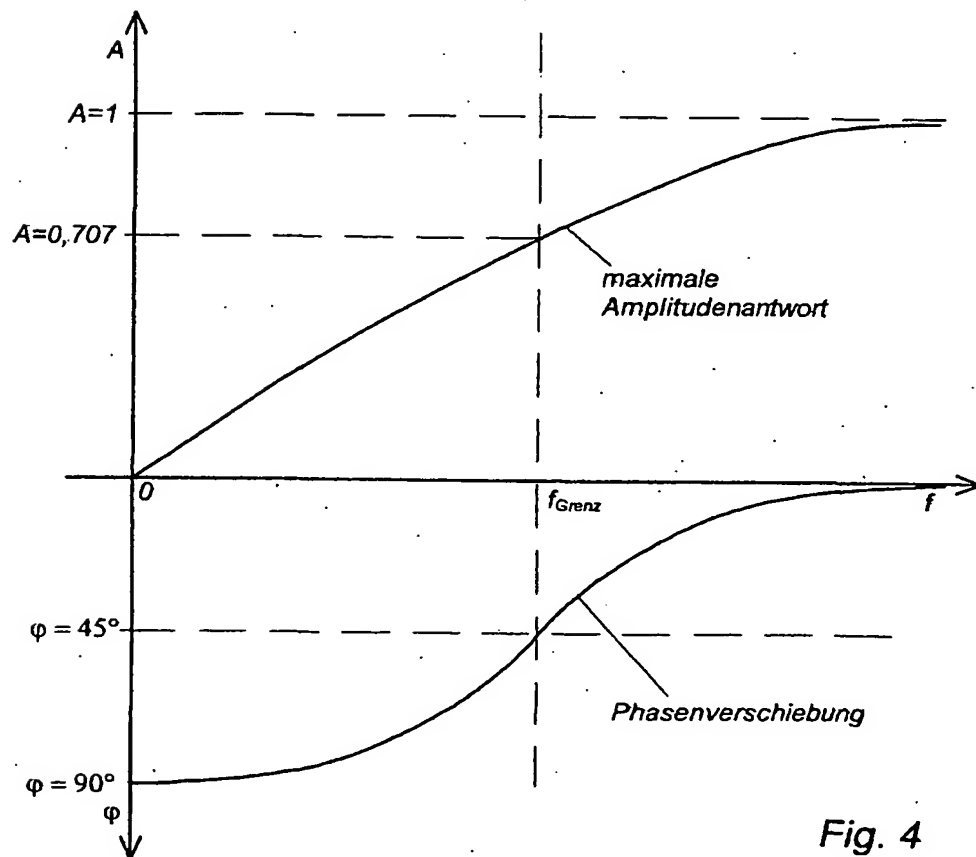


Fig. 4